COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AOUT 1886.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *Laguerre*, Membre de la Section de Géométrie, décédé le 13 août, à Bar-le-Duc.

Les obsèques ont eu lieu, aujourd'hui même, à Bar-le-Duc. Notre Confrère, M. Halphen, a accepté la mission de représenter l'Académie.

M. le **Président** propose à l'Académie de lever la séance en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques au sujet du récent cataclysme survenu à la Nouvelle-Zélande;* par M. **Émile Blanchard**.

« Après avoir tiré des Sciences naturelles de grandes applications de la Géographie physique et de l'Histoire du globe, après avoir dénoncé la

sûreté des moyens d'information pour la reconnaissance des changements survenus à travers les âges dans la configuration des terres et des mers, il importe, dans une voie scientifique aussi neuve, de ne négliger aucun fait dont la manifestation est propre à fixer tous les esprits sur la valeur des résultats obtenus à l'aide d'une méthode encore à ses débuts.

» Au commencement de l'année 1882, je présentais à l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Les preuves de l'effondrement d'un continent austral pendant l'âge moderne de la Terre;* je m'efforçais de démontrer que les îles dont l'ensemble forme la Nouvelle-Zélande et les petites îles plus ou moins adjacentes étaient les débris d'un continent ou au moins d'une grande terre qui avait existé à une époque peu ancienne. D'autre part, dans un Ouvrage spécial ([1]), je m'attachais, après l'examen d'une série d'observations de détails, à faire ressortir la possibilité de nouveaux changements dans l'étendue des terres actuelles. Aujourd'hui, on annonce que la Nouvelle-Zélande vient d'être le théâtre d'une effroyable catastrophe, qu'aurait empêché de pressentir le repos de la contrée pendant les siècles antérieurs. Le *Tarawera* et d'autres volcans, qu'on croyait à jamais éteints, se sont réveillés; des laves ont couvert de vastes espaces; un pays qui causa des enchantements aux premiers explorateurs de la Nouvelle-Zélande s'est englouti. Plus tard seulement nous connaîtrons l'importance exacte du trouble amené dans la configuration du sol. Dès à présent, l'événement qui vient de se produire, terrible pour nombre de familles humaines, apparaît comme un exemple des actions encore plus violentes qui se sont accomplies à des époques plus ou moins reculées. Dans le cas particulier, il atteste que les déductions qu'on tire d'une science récemment éclose emportent bien le caractère de la certitude. Il est essentiel de le constater. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle d'une courbe d'ordre quelconque;* par M. SYLVESTER.

« On peut obtenir une solution directe et universelle de ce problème : *Trouver l'équation différentielle d'une courbe de l'ordre n,* en représentant la fonction de l'équation (avec l'unité pour terme constant), soit U ou $(x, y, 1)^n$, sous la forme symbolique u^n, où $u = a + bx + y$. Alors, en

---

([1]) *Revue des Deux-Mondes;* 1878 à 1884.

mettant $\left(\frac{d}{dx}\right)^n y = y_r$, on aura

$$\frac{du}{dx} = b + y_1, \quad \frac{d^{i+1} u}{dx^{i+1}} = y_{i+1} \quad (^1).$$

» Égalons à zéro les dérivées de u^n des degrés $n+1$, $n+2$, ..., $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$; il en résultera $\frac{n^2+n}{2}$ équations entre lesquelles on peut éliminer le même nombre de coefficients, c'est-à-dire tous les coefficients en U, sauf ceux qui ne contiennent nulle puissance de y, lesquels ne paraîtraient pas dans les équations dont nous parlons.

» Pour obtenir le déterminant qui correspond à ce système d'équations, remarquons que le théorème de Taylor donne immédiatement [2]

$$\frac{1}{\Pi r}\partial_x^r u^n = \text{co}_r\left(u + u'h + u''\frac{h^2}{1.2} + u'''\frac{h^3}{1.2.3} + \ldots\right)^n$$

$$= \text{co}_r\left(\overline{u + u'h}^{\,n} + n.\overline{u + u'h}^{\,n-1}\,\text{V} + n.\frac{n-1}{2}\overline{u + u'h}^{\,n-2}\,\text{V}^2 + \ldots\right),$$

où l'on peut prendre

$$\text{V} = y_2\frac{h^2}{1.2} + y_3\frac{h^3}{1.2.3} + y_4\frac{h^4}{1.2.3.4} + \ldots,$$

ce qui suffit à résoudre le problème.

» Pour cela, on considère toutes les dérivées de U comme fonctions linéaires des termes qui paraissent dans le développement de $(u, u', 1)^{n-1}$ [3].

» Alors, en représentant par m, μ le coefficient de h^m dans

$$\left(\frac{y_2}{1.2}h^2 + \frac{y^3}{1.2.3}h^3 + \ldots\right)^\mu,$$

on trouvera, sans calcul algébrique aucun, que la $q^{\text{ième}}$ ligne du déterminant cherché peut être prise sous la forme

$$(1+q).1 \quad (2+q).1 \quad (2+q).2 \quad (3+q).1 \quad (3+q).2 \quad (3+q).3 \quad \ldots \quad (n+q).1 \quad (n+q).2 \quad \ldots \quad (n+q).n.$$

---

(1) On remarquera qu'avec cette notation toute fonction entière de u et $\partial_x u$ représentera sans ambiguïté une quantité algébrique ordinaire, pourvu que l'on sache *a priori* qu'elle doit être linéaire dans les coefficients de u^n. C'est pourquoi dans le texte on est libre d'exprimer toute dérivée différentielle de U comme fonction de u et u'.

(2) Par co_r on sous-entend les mots « le coefficient de h^r dans »

(3) Ou plutôt les termes avec leurs coefficients numériques de $(u, u', 1)^n$, en omettant les $(n+1)$ termes du degré n.

» Par exemple, prenons le cas de $n = 4$; le déterminant

2.1	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4
3.1	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	6.4
4.1	5.1	5.2	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2	7.3	7.4
5.1	6.1	6.2	7.1	7.2	7.3	8.1	8.2	8.3	8.4
6.1	7.1	7.2	8.1	8.2	8.3	9.1	9.2	9.3	9.4
7.1	8.1	8.2	9.1	9.2	9.3	10.1	10.2	10.3	10.4
8.1	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2	11.3	11.4
9.1	10.1	10.2	11.1	11.2	11.3	12.1	12.2	12.3	12.4
10.1	11.1	11.2	12.1	12.2	12.3	13.1	13.2	13.3	13.4
11.1	12.1	12.2	13.1	13.2	13.3	14.1	14.2	14.3	14.4

sera le premier membre de l'équation différentielle (disons le critérium différentiel) d'une courbe du quatrième degré.

» Si l'on se borne aux termes contenus dans les six premières lignes et colonnes, on aura le critérium pour la cubique, et, en se bornant aux termes contenus dans les trois premières lignes et colonnes, celui pour la conique, ou plutôt ce critérium multiplié par 2.1, ce qui constitue un cas exceptionnel.

» 2.1 lui-même, c'est-à-dire $\frac{\partial_x^2 y}{2}$, est naturellement le critérium pour la ligne droite. On remarquera que 3.2, 4.3, 5.3, 5.4, 6.4, 7.4 sont des combinaisons pour ainsi dire fictives, qui ont pour valeur zéro [1]. De même, en général, il y aura toujours des termes nuls dans les $(n-1)$ premières lignes du critérium de la courbe de degré n; au-dessous de la $(n-1)^{\text{ième}}$ ligne, toutes les places seront remplies par des combinaisons qui correspondent à des non-zéros.

» Quand $n=3$, en substituant pour $\frac{y''}{1.2}, \frac{y'''}{1.2.3}, \frac{y^{\text{IV}}}{1.2.3.4}, \ldots$ les lettres a, b, c, ..., on retombe sur la formule trouvée pour la cubique par M. Samuel Roberts (voir *Mathematical Questions from the Educational Times*, t. X, p. 47) [2], c'est-à-dire la même matrice que celle donnée par M. Roberts, mais avec ses colonnes autrement présentées.

» On voit immédiatement que le degré du critérium pour une courbe du $n^{\text{ième}}$ ordre sera $\frac{n(n+1)(n+2)}{6}$ et, par un calcul facile, que son poids

---

(1) Évidemment $m.\mu$ est zéro quand $m < 2\mu$.

(2) Ce travail a été cité et reproduit dans le *Philosophical Magazine* de février 1886, par M. Muir, qui y construit pour ainsi dire le tableau du calcul dont M. Roberts avait déjà fait le procès-verbal.

sera $\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{8}+\frac{n(n+1)(n+2)}{3}$ (1). Ce dernier nombre suppose que le poids de $d_x^i y$ est compté comme i. Dans le calcul des réciprocants, on le compte toujours comme étant $i-2$ et, en faisant cette réduction, le poids devient tout simplement $\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{8}$.

» M. Halphen nous a appris que les formules qu'il a données dans son Mémoire intitulé : *Recherches des points d'une courbe algébrique plane*, etc. (*Journal de Mathématiques*, 3e série, t. II, p. 373, 374 et 400; 1876) fournissent un moyen pour calculer le degré et le poids du critérium $n^{\text{ième}}$ et conduisent aux mêmes résultats que ceux donnés ci-dessus. Dans le cas de la conique, le déterminant, comme nous l'avons dit, se divise par y'', de sorte que son poids-degré s'abaisse et, au lieu d'être 3.4, devient 3.3; en effet, c'est la forme bien connue $a^2d-3abc+2b^3$, trouvée par Monge. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **F. Lhoste** et **J. Mangot** communiquent à l'Académie, par l'entremise de M. Faye, une Carte représentant les directions des étoiles filantes qu'ils ont pu observer, pendant l'ascension aérostatique dans laquelle ils ont effectué la traversée de la Manche, dans la nuit du 29 au 30 août 1886.

(Renvoi à l'examen de M. Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie le deuxième volume de l'Ouvrage du Dr Couvents : *Die Flora des Bernstein*.

---

(1) Car le degré sera la somme de n termes de la série $1+3+6+\ldots$, c'est-à-dire $\frac{n(n+1)(n+2)}{6}$, et le poids, moins deux fois le degré, la somme de n termes de la série $0+(2+1)+(5+4+3)+(9+8+7+6)+\ldots$ ou bien de $\frac{n^2+n-2}{2}$ termes de la progression naturelle $1+2+3+4+5+\ldots$, c'est-à-dire $\frac{n^2+n-2}{2}\,\frac{n^2+n}{4}$.

MÉCANIQUE. — *Sur l'emploi de la lumière intermittente pour la mesure des mouvements rapides*. Note de M. **Gustave Hermite**. (Extrait.)

« Les compteurs de tours et les indicateurs de vitesse actuels absorbent toujours une partie de la force de la machine à laquelle ils sont appliqués. Cet inconvénient, de peu d'importance pour les moteurs d'une grande puissance, est fort grave pour des appareils tournant sous l'action d'une faible force; il constitue même une impossibilité, lorsqu'il s'agit de mesurer la vitesse de rotation d'un radiomètre, par exemple, ou le nombre de vibrations de l'aile d'un insecte. J'ai cherché une disposition qui pût permettre de mesurer à distance, non seulement le nombre de tours d'une machine quelconque, mais la vitesse d'un mouvement rapide quelconque, sans exercer d'action mécanique sur l'appareil que l'on examine.

» Si l'on illumine un tube de Geissler à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff, il se produit, à chacune des ruptures du courant inducteur, 30 à 40 fois par seconde, une illumination dont la durée est extrêmement courte. J'ai pensé qu'il serait possible d'appliquer ces intermittences à la mesure des vitesses d'objets quelconques en mouvement rapide, en les *arrêtant optiquement* en différents points de leur course.

» Pour que l'appareil soit propre à des mesures de précision, il faut qu'il remplisse deux conditions : 1° que le nombre de vibrations de l'interrupteur ne change pas dans le cours d'une expérience; 2° que l'on connaisse exactement ce nombre de vibrations.

» Pour réaliser la première condition, il suffit d'employer un courant inducteur peu intense, car l'étincelle de l'extra-courant de rupture, si elle était forte, amènerait la fusion du platine au contact de la vis micrométrique et, par suite, serait une cause de perturbation des vibrations du marteau. Il faut faire varier aussi peu que possible l'intensité du courant pendant le cours d'une expérience, car un courant trop fort produit une augmentation notable dans le nombre des vibrations, et une diminution du courant produit l'effet inverse.

» Il s'agit maintenant de déterminer le nombre de vibrations que fait le marteau dans l'espace d'une seconde. Pour y parvenir, on peut employer diverses méthodes. Je me contenterai d'en exposer une :

» Faisons tourner un disque de carton, à l'aide d'un mouvement d'horlogerie, avec une vitesse connue et constante, 1 tour par seconde par

exemple, et éclairons ce disque avec le tube de Geissler. Si le nombre des vibrations est de 30 par seconde, par exemple, il est clair que nous verrons le disque 30 fois pendant qu'il fait un tour. Grâce à l'instantanéité de l'éclat lumineux, le disque paraît occuper successivement 30 positions parfaitement fixes autour de son axe de rotation, et, s'il se trouve un point visible, une tache quelconque sur le disque, nous verrons 30 taches sur sa circonférence. La durée des impressions lumineuses sur la rétine étant assez considérable, si nous imprimons au disque de carton une vitesse de rotation plus grande, soit 10 tours par seconde par exemple, la sensation de la succession des miages disparaîtra; le disque semblera immobile et nous verrons 3 taches autour de sa circonférence, occupant des positions fixes. Si le nombre des vibrations est égal à celui des tours du disque, celui-ci sera vu dans une immobilité complète. Si nous faisons tourner ainsi un imprimé, nous pourrons le lire comme s'il était immobile.

» En général, soient r le nombre de tours du disque, v celui des vibrations de l'interrupteur et l l'image résultante sur le disque, c'est-à-dire le nombre d'images que l'on aperçoit autour de sa circonférence; nous aurons la relation $l = \frac{v}{r}$. Ainsi, connaissant l et r, on en déduit v; le nombre v étant connu une fois pour toutes, on peut s'en servir pour mesurer une vitesse de rotation r quelconque. Quand le rapport du nombre de tours au nombre des vibrations est un nombre entier, on doit obtenir des *images résultantes entières*, c'est-à-dire parfaitement fixes et définies.

» Lorsque $\frac{v}{r}$ est un nombre fractionnaire, on peut en tirer une nouvelle méthode de détermination du nombre v, sans qu'il soit nécessaire de connaître le nombre r. C'est ce que je me propose de montrer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés haloïdes mono-substitués de l'acétonitrile.* Note de M. Louis Henry, présentée par M. Ch. Friedel.

« Les études que je poursuis sur la *solidarité fonctionnelle* et la volatilité dans les composés du carbone m'ont amené à compléter la série des dérivés haloïdes mono-substitués de l'acétonitrile. On sait que le dérivé chloré $ClCH^2-CAz$ est seul connu jusqu'ici.

» *Acétonitrile mono-iodé :* ICH^2-CAz. — L'acétonitrile monochloré réagit aisément sur l'iodure de sodium dissous dans l'alcool. Il suffit de chauffer pendant quelque temps, au bain d'eau, dans un appareil à reflux, pour obtenir un abondant précipité de chlorure sodique; on chasse l'alcool par distillation; l'addition de l'eau à la masse restante en sépare le produit sous forme d'une huile lourde, de couleur brunâtre. Le rendement est presque quantitatif.

» L'acétonitrile mono-iodé constitue un liquide incolore, brunissant à la lumière, d'une odeur piquante et excitant à un haut degré le larmoiement; très corrosif, déterminant des brûlures cuisantes.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, mais se dissout aisément dans l'alcool, l'éther, etc. Sa densité à 12° est égale à 2,3065. Il bout régulièrement, sous la pression ordinaire, à 186°-187°; le liquide passe légèrement coloré; à la fin, il y a décomposition, dégagement d'acide HCAz et mise en liberté d'iode.

» L'acétonitrile mono-iodé paraît se décomposer lentement au contact de l'eau, car il exhale après quelque temps une vive odeur prussique.

» Il réagit aisément sur les sels d'argent; avec l'acétate de ce métal, il fournit l'acétoxy-acétonitrile $(CH^3-CO)-O-(CH^2-CAz)$ [1], que j'ai fait connaître récemment. J'espère en obtenir, par sa réaction sur le nitrite $Ag-AzO^2$, l'acide fulminique $(AzO^2)-H^2C-CAz$.

» *Acétonitrile monobromé :* $BrCH^2-CAz$. — Le brome expulse aisément l'iode de l'acétonitrile mono-iodé; la réaction est vive, rapide et accompagnée d'un dégagement de chaleur notable; aussi est-il bon d'opérer sous l'eau et de n'ajouter le brome que par portions successives : on en emploie une quantité double de la quantité théoriquement nécessaire.

» En éliminant le brome par le carbonate de potassium, l'iode par la potasse caustique en solution de moyenne concentration, on n'ajoute celle-ci que par petites portions, jusqu'à décoloration presque complète. On retire le produit de la masse liquide à l'aide de l'éther, que l'on débarrasse de l'iode en l'agitant avec du mercure.

» L'acétonitrile monobromé est analogue au composé précédent. C'est un liquide incolore, d'une odeur piquante, désagréable, également très corrosif, insoluble dans l'eau, mais aisément soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité à 12° est égale à 1,7710. Il bout sous la pression ordinaire

---

[1] *Comptes rendus*, t. CII, p. 768.

à 148°-150°, sans décomposition. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,06; la densité calculée est 4,14.

» Les faits que l'on connaît aujourd'hui, concernant les dérivés haloïdes de substitution des nitriles, permettent de conclure que le *voisinage de l'azote et des corps halogènes*, dans les composés carbonés, leur communique des propriétés spéciales.

» Ce voisinage exerce d'abord sur la molécule totale une action volatilisante. J'ai mis en lumière ce fait dans une Communication précédente [1]. Il donne ensuite aux composés carbonés le pouvoir d'agir fortement sur la peau et sur les muqueuses humides; tous ces corps ont une odeur très piquante, excitent le larmoiement et attaquent avec plus ou moins d'énergie la peau, soit comme rubéfiants, soit comme caustiques.

» On peut même ajouter que cette *action irritante* est d'autant plus intense que le corps halogène renfermé dans le nitrile a un poids atomique plus élevé. L'acétonitrile monochloré ClH^2C-CAz est un rubéfiant énergique, mais ne produit pas d'ampoules, du moins à la suite d'un contact passager; l'acétonitrile mono-iodé ICH^2-CAz, au contraire, est un caustique puissant et détermine des brûlures très douloureuses. Sous ce rapport, c'est un composé très désagréable à manier. Il en est de même de la propriété d'exciter le larmoiement, qui va aussi en s'accentuant du dérivé chloré au dérivé iodé.

» Le voisinage de l'azote augmente enfin, dans les corps halogènes, l'aptitude à réagir sur les éléments positifs. Je me bornerai à rappeler la facilité avec laquelle le chlorure de cyanogène et l'acétonitrile monochloré réagissent sur divers composés hydrogénés et métalliques.

» Sous ce triple rapport, l'azote joue dans les composés carbonés, vis-à-vis des corps halogènes, le même rôle que l'oxygène.

» Quelle que soit la forme sous laquelle elle se traduise dans les composés où on la constate, l'influence de la présence simultanée de l'azote et d'un corps halogène est subordonnée à la condition que ces éléments se trouvent dans un étroit voisinage. Cette influence est en effet à son maximum alors que les éléments sont fixés, comme dans $ClCAz$, sur le même atome de carbone; elle est encore très puissante alors que, comme dans les dérivés de l'acétonitrile XCH^2-CAz, ils sont fixés sur des atomes de carbone distincts, mais directement unis l'un à l'autre; enfin elle cesse to-

---

(1) *Comptes rendus*, t. C, p. 1502.

talement ou presque totalement par l'interposition, entre les chaînons actifs $-CAz$ et $XC \leftarrow$, d'un chaînon $-CH^2$ simplement hydrocarboné. J'ai constaté en effet que les dérivés haloïdes primaires XCH^2-CH^2-CAz du nitrile propionique, ceux du nitrile butyrique normal $XCH^2-(CH^2)^2-CAz$, sont simplement des éthers haloïdes et des nitriles ordinaires, dépourvus de tout caractère caustique. J'avais déjà fait voir qu'il en est ainsi quant à la volatilité [1].

» Je compte faire, dans une prochaine Communication, l'étude comparée des dérivés haloïdes monosubstitués de l'acétonitrile et de l'acétate de méthyle. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la composition des eaux de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne).* Note de M. **Ed. Willm** [2], transmise par M. Friedel.

« Le regretté M. Filhol, auquel on doit une étude approfondie des eaux de Luchon, les envisage comme minéralisées principalement par du monosulfure de sodium et des *silicates* alcalins et alcalino-terreux; il néglige la présence de l'acide carbonique, pensant que ce principe n'y existe qu'en proportion très faible et sous forme de gaz simplement dissous dans l'eau. Par la même raison, il attribue la destruction du sulfure principalement à la présence de la silice libre. J'avais d'abord partagé cette manière de voir; mais un examen plus attentif m'a conduit à une opinion toute différente. L'acide carbonique est loin d'être un élément négligeable des eaux de Luchon (et d'autres eaux similaires), et sa proportion est (sauf dans deux cas sur treize) plus que suffisante pour donner une quantité de bicarbonates correspondant à l'alcalinité de l'eau, indépendante de celle qui est due au sulfure.

» L'acide carbonique total a été déterminé sur place, en précipitant l'eau par le chlorure de baryum ammoniacal et analysant plus tard le précipité au laboratoire. Une autre série d'expériences, exécutées sur l'eau transportée,

---

(1) Voir la Note ci-dessus.

(2) Ces recherches ont été faites à la Faculté des Sciences de Lille et font partie d'une revision générale des eaux minérales de la France, sous les auspices du Comité consultatif d'hygiène et de salubrité.

en la faisant bouillir avec de l'acide chlorhydrique et recevant le gaz dégagé dans du chlorure de baryum ammoniacal, etc., a conduit à des résultats très voisins des premiers.

» Le résidu de l'évaporation des eaux de Luchon fait effervescence avec l'acide chlorhydrique. J'avais été porté à penser d'abord que ce fait était dû à l'action de l'acide carbonique de l'air sur les sulfures et silicates; mais il n'en est rien, car la même effervescence a lieu lorsqu'on distille l'eau dans le vide. Dans cette distillation, *tout* le sulfure est décomposé, tant par l'ébullition seule que par l'action de l'acide carbonique des bicarbonates. En dosant ensuite l'acide carbonique du résidu, on a trouvé les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{4}{5}$ de l'acide carbonique total. La source Ferras ancienne fait seule exception, et l'acide carbonique du résidu est la moitié de l'acide carbonique total, ce qui tient à ce que cette eau est à peine sulfurée. Dans les autres cas, au contraire, il y a substitution partielle de l'acide carbonique des bicarbonates à l'hydrogène sulfuré des sulfures. Pour doser l'acide carbonique dans le résidu, on mettait le ballon contenant celui-ci en relation avec deux flacons renfermant du chlorure de baryum ammoniacal, et l'on y versait, par un entonnoir à robinet, de l'acide chlorhydrique, puis de l'eau *bouillie* encore chaude, et l'on pesait le carbonate de baryum produit. L'expérience a été faite sur huit sources.

» Il n'est pas douteux, d'après les résultats obtenus, que l'eau renferme des bicarbonates alcalins et alcalino-terreux. Sans discuter ici si le principe sulfuré est du sulfure Na^2S ou, ce qui me paraît plus probable, du sulfhydrate NaHS, je pense qu'on peut représenter la constitution des eaux de Luchon par le groupement suivant (p. 418), nous bornant à citer quatre sources.

» Le contrôle de l'analyse ne pouvant être fourni par le poids du résidu, à cause de l'altérabilité du sulfure, a été établi en convertissant le résidu en sulfates et en calculant ce que donneraient en sulfates (plus la silice, etc.) les métaux accusés par l'analyse.

» Il est d'autres points sur lesquels mes analyses diffèrent de celles de Filhol. J'ai trouvé dans toutes les eaux de Luchon (sauf une) une proportion de silice beaucoup plus considérable; j'en opérais le dosage dans des vases de *platine* et j'en vérifiais la pureté à l'aide du fluorhydrate d'ammoniaque et de l'acide sulfurique. La proportion du sodium, et par suite l'*alcalinité*, a aussi toujours été trouvée plus forte que dans les analyses de Filhol.

» Par contre, je n'ai pu constater que des traces très faibles d'alumine ($0^{mgr},2$ à $0^{mgr},3$) dans une partie seulement des sources de Luchon, tandis

que les analyses de Filhol en accusent jusqu'à $0^{gr},008$. J'ai fait de nombreuses expériences à cet égard.

» Pour connaître l'alcalinité, l'eau a été maintenue à une douce ébullition avec de l'acide sulfurique, titré jusqu'à destruction des sulfures et carbonates, puis l'excès d'acide a été titré par la potasse. L'alcalinité due au sulfure étant connue par la sulfhydrométrie, celle des carbonates est donnée par différence. »

COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES EAUX DE LUCHON, PAR LITRE.

	Bayen.	Reine.	Bosquet.	Pré n° 1.
	gr	gr	gr	gr
Soufre des sulfures	0,0313	0,0223	0,0241	0,0309
Acide hyposulfureux (S^2O^2, O)	0,0026	0,0040	0,0013	0,0032
Acide sulfurique (SO^3, O)	0,0092	0,0353	0,0257	0,0117
Acide carbonique (CO^2, O) (¹)	0,0264	0,0240	0,0360	0,0237
Chlore	0,0553	0,0469	0,0474	0,0585
Silice	0,0933	0,0670	0,0796	0,0899
Oxyde ferrique	0,0021	0,0031	0,0009	0,0010
Alumine	»	»	0,0003	»
Sodium	0,0975	0,0810	0,0934	0,0986
Potassium	0,0041	0,0036	0,0049	0,0074
Calcium	0,0045	0,0107	0,0082	0,0043
Magnésium	0,0005	0,0015	0.0019	traces
Total des matières dosées	0,3268	0,2994	0,3237	0,3292
Acide carbonique total (CO^2)	0,0523	0,0462	0,0615	0,0600
Température	64°,5	57°,5	44°	62°

On a constaté, en outre, des traces d'iode, de lithium, de cuivre, d'ammoniaque, de manganèse, d'acide phosphorique, d'acide borique, ce dernier en quantité très notable. L'arsenic n'a pas été trouvé dans ces eaux.

(¹) Déduit de l'alcalinité.

GROUPEMENT HYPOTHÉTIQUE DES ÉLÉMENTS.

	Bayen.	Reine.	Bosquet.	Pré n° 1.
	gr	gr	gr	gr
Acide carbonique combiné	0,0379	0,0352	0,0528	0,0357
Acide carbonique libre	0,0144	0,0110	»	0,0243
Sulfure de sodium	0,0763	0,0544	0,0586	0,0753
Hyposulfite de sodium	0,0038	0,0057	0,0019	0,0045
Chlorure de sodium	0,0911	0,0772	0,0780	0,0964
Carbonate de sodium	0,0315	0,0074	0,0419	0,0315
Carbonate de calcium	0,0113	0,0267	0,0205	0,0108
Carbonate de magnésium	0,0017	0,0053	»	traces
Silicate de magnésium	»	»	0,0080	»
Silice libre ou en excès	0,0933	0,0670	0,0748	0,0899
Sulfate de sodium	0,0062	0,0456	0,0290	0,0037
Sulfate de potassium	0,0091	0,0079	0,0110	0,0167
Oxyde de fer	0,0021	0,0031	0,0009	0,0010
Alumine	»	»	0,0003	»
Total par litre	0,3264	0,3003	0,3249	0,3298
Résidu séché à 180°	0,3460	0,3164	0,3290	0,3582
Matière organique approchée	0,0196	0,0161	0,0041	0,0284
Résidu converti en sulfates	0,4194	0,3692	0,4194	0,4257
Id. d'après le calcul	0,4196	0,3697	0,4170	0,4260
Alcalinité observée (¹)	0,1373	0,1093	0,1410	0,1333
Alcalinité calculée	0,1379	0,1070	0,1401	0,1342

(¹) Exprimée en SO^4H^2.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Expérience de Priestley, répétée avec des animaux et des végétaux aquatiques.* Note de M. N. GRÉHANT.

« Une des plus belles expériences de Priestley consiste à placer sous une cloche fermée de petits mammifères, des souris par exemple, jusqu'à ce que l'air devienne irrespirable par suite de l'absorption de l'oxygène et

du dégagement de l'acide carbonique. Si l'on introduit dans le milieu vicié un pied de menthe couvert de feuilles et si l'on expose la cloche au soleil, au bout d'un certain temps, une souris introduite dans la cloche respire et vit parfaitement : l'acide carbonique a été décomposé par la chlorophylle sous l'influence de la lumière et a été remplacé par du gaz oxygène.

» J'ai réalisé une expérience analogue et facile à répéter. On prend deux éprouvettes à pied, d'une capacité de 1^{lit} environ, que l'on remplit d'eau ordinaire et qui reçoivent chacune un poisson; on choisit deux cyprins de même volume. Dans l'une des éprouvettes, on introduit, en même temps, de 15^{gr} à 20^{gr} de feuilles de *Potamogeton lucens* bien vertes; les récipients remplis d'eau sont fermés par des membranes de caoutchouc, et il est bon de les immerger horizontalement dans un aquarium traversé par un courant d'eau froide. Au bout d'un temps variable, qui dépend du volume des poissons et de la température, au bout de cinq heures dans mes expériences, l'un des poissons, celui qui est placé dans l'eau pure, perd l'équilibre, se dispose horizontalement ou tourne sur son axe : c'est un signe de l'asphyxie. Si l'on fait alors l'extraction des gaz de l'eau, à l'aide de la pompe à mercure, on trouve que les gaz ne renferment plus trace d'oxygène. L'autre poisson, au contraire, continue à nager au milieu des feuilles. Des bulles de gaz libre se sont dégagées dans l'éprouvette; on extrait les gaz de l'eau. Après avoir absorbé l'acide carbonique, qui est en quantité moindre que dans l'expérience précédente, on trouve, dans le mélange d'azote et d'oxygène, jusqu'à 30 pour 100 d'oxygène : ce poisson se trouve donc dans les meilleures conditions physiologiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Phénomènes atmosphériques observés à Palerme pendant l'éruption de l'Etna.* Note de M. A. **Ricco**, présentée par M. Faye.

« Ces phénomènes ont un intérêt particulier, pour la comparaison qu'on peut en faire avec ceux qui ont accompagné et suivi les éruptions de Krakatoa et de Ferdinandea, d'autant plus que celle-ci était distante de Palerme à peu près comme l'Etna, c'est-à-dire d'environ 150^{km}.

» Grâce à la pureté de l'air de ce pays, on voit presque toujours de l'observatoire le sommet de ce dernier volcan au-dessus de la chaîne des Madonie.

» Voici, en peu de mots, la série des phases de l'éruption récente :

» Le 18 mai 1886, abondante éjection de fumée par le cratère supérieur.

» Le 19, grande éruption excentrique au sud, presque à 2000^{m} au-dessous du sommet.

» Le 21, l'éruption est encore plus active : une dizaine de bouches lancent des cendres et des bombes à une grande hauteur, des torrents de lave et des masses énormes de fumée.

» Le 23, l'activité éruptive est diminuée, mais le soir elle se renforce de nouveau, et cette phase se continue jusqu'au 29.

» Les 30 et 31, oscillations de l'intensité, et ensuite diminution bien marquée.

» Le 1er juin, recommence l'éruption centrale de fumée et de cendres.

» Le 2, la lave s'arrête devant Nicolosi.

» Du 3 au 6, diminution et enfin cessation presque complète de l'éruption latérale, pendant que l'éruption centrale augmente et continue pendant plusieurs jours encore.

» A l'aube du 21 mai, la fumée de l'éruption excentrique se voit de l'observatoire de Palerme sur le fond rougeâtre de l'horizon oriental, en forme de grande masse de vapeurs noires à contours bien définis, s'élevant du flanc sud de l'Etna. A 11^{h} matin, la fumée est formée de globes blancs, un peu roses : avec le théodolite, j'en trouve la hauteur angulaire de 2°28′, ce qui donne une hauteur de 8^{km}.

» Le 24 mai, la fumée a la forme caractéristique d'un *pin,* ou d'un grand panache élargi au sommet : la hauteur en est bien plus grande qu'aux jours précédents ; à 4^{h} du soir j'avais préparé le théodolite pour la mesurer, mais le bord supérieur était alors très diffus et invisible dans la lunette : en visant au dehors de celle-ci, j'ai obtenu la hauteur de 4°15′, ce qui correspond à une *altitude de* 14^{km}.

» Depuis le 22 mai, on voyait de Palerme les vapeurs de l'Etna répandues en une couche légère rosâtre à l'horizon oriental, avec la hauteur de 6°.

» Les 23, 24 et 25 mai, toujours brouillard à l'est.

» Le 26 et après, le brouillard se voit tout autour, à l'horizon.

» Le 3 juin, au lever du soleil, la brume est si dense que l'astre en est complètement masqué, et *les tours de la Matrice, distantes de* 200^{m}, *apparaissent très confuses,* et cela jusqu'à 7^{h} du matin : c'est ce que je n'avais jamais observé à Palerme.

» Depuis le 4 juin, le brouillard à l'horizon va diminuant, mais très lentement.

» Pendant les brouillards, même les plus épais, le ciel au-dessus de 30° était toujours bleu, ce qui prouve que la couche brumeuse avait peu de hauteur.

» Des brouillards (qui très probablement se rattachent aux précédents), depuis le 29 mai jusqu'au 3 juin, ont envahi toute l'Italie, progressivement du sud au nord.

» On a eu pluie de cendres, depuis le 24 jusqu'au 29 mai, sur la région de l'Etna, sur la Sicile méridionale d'une part et Reggio (Calabre) de l'autre. Les cendres de l'Etna sont aussi tombées à Palerme : en effet, en observant au microscope la poussière recueillie à l'Observatoire le 27 mai, M. G. Gemmellaro et moi nous avons trouvé *de petits cristaux laminaires, souvent irrégulièrement hexagonaux et géminés, appartenant au feldspath labradorite, qui est caractéristique des éjections de l'Etna.*

» Le soleil, se levant de l'horizon marin, derrière la couche de brouillards, présentait une forte coloration rouge-pourpre; du 23 mai jusqu'au 3 juin, il offrait aussi une *coloration rouge jaunâtre,* sensible jusqu'à la hauteur de 30° : à ce point, il avait une teinte gris *neutre;* la lumière solaire, dans ces jours, était si faible qu'on pouvait regarder l'astre à l'œil nu, même à plusieurs degrés de hauteur.

» L'observation spectroscopique du Soleil près de l'horizon n'a donné rien de nouveau.

» Pendant la troisième décade de mai et le mois de juin, nous avons eu des crépuscules rouges presque tous les jours, et la moyenne de leur intensité a été plus grande qu'aux trois mois précédents et en juillet; mais ces crépuscules ont été d'une intensité et d'une durée bien moindres qu'en 1883-1884; leur coloration n'était pas vraiment rose, mais virant au jaunâtre impur.

» Il me paraît probable que l'infériorité de ces crépuscules, par comparaison avec ceux qui suivirent les éruptions de Ferdinandea et de Krakatoa, dépend de ce que l'Etna a lancé une moindre quantité de vapeurs que les deux autres volcans, qui d'ailleurs sont des volcans marins, c'est-à-dire en relation plus intime avec les eaux de la mer. Cette moindre quantité de vapeurs est peut-être aussi la cause qui a fait manquer le soleil bleu ou vert, observé après les éruptions de Ferdinandea et de Krakatoa.

» La couleur rougeâtre du soleil s'expliquerait par la présence de cendres de l'Etna dans l'air, de la même manière que celle qui est produite par les poussières de l'*höherauch,* du *khamsin* et du *sirocco*.

» Cet état de l'atmosphère aurait aussi causé la coloration jaunâtre, et non tout à fait rose, des crépuscules.

» Les grands crépuscules roses et le soleil bleu ou vert ne sont donc pas produits par les cendres volcaniques, puisqu'ils ont manqué après cette éruption de l'Etna, et qu'ils ont, au contraire, été très remarquables après l'éruption de Ferdinandea, où il n'y eut point de pluie de cendres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nature et rôle des courants telluriques.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Le sujet sur lequel j'ai l'honneur d'appeler aujourd'hui l'attention de l'Académie est la suite de celui dont je l'ai entretenue dans sa séance du 17 octobre 1881 ([1]), l'étude des courants telluriques, que je poursuis depuis plusieurs années à Tortose.

([1]) *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 588.

» Parmi les faits que j'avais signalés dans le travail précité, il en est deux qu'il est essentiel de rappeler : l'existence des courants produits par le vent et l'inversion du sens du courant tellurique, survenue de temps à autre et qui parfois persiste pendant des mois entiers.

» Visant à connaître la nature de ces deux genres de courants, j'ai mis une des extrémités de la ligne aérienne dont j'ai déjà parlé (¹) en communication avec une paire de quadrants d'un électromètre de Mascart, l'autre paire étant au sol : la tache lumineuse reste au zéro. En substituant à l'électromètre un galvanomètre à grande résistance, et fermant le circuit, on n'observe non plus aucun effet. Par contre, l'aiguille d'un galvanomètre à résistance faible ou médiocre dévie d'autant plus que le courant tellurique est plus intense, ou que le vent est plus fort, ou qu'il balaye une plus grande étendue de terrain. En répétant ces expériences sur cinq autres lignes aériennes de longueur et de direction très diverses, et en opérant à l'abri de toute action inductrice extérieure, j'ai obtenu les mêmes résultats (²). Lorsque le courant tellurique et le vent vont tous deux dans le même sens, ou que l'angle qu'ils forment est au-dessous de l'angle droit, les déviations qui en proviennent sont de même signe; dans le cas contraire, elles sont de signe différent.

» On voit donc : 1° que le potentiel qui se rapporte au courant tellurique est extrêmement faible; 2° que l'effet du vent est d'électriser, non pas principalement le fil, mais bien la terre, où il développe un courant *de même sens que lui, se propageant à travers le sol où il occupe une très large section.*

» L'ensemble des faits dont je viens de faire l'exposé sommaire permet d'envisager la cause du magnétisme terrestre comme siégeant, non pas dans le courant tellurique local ou régional de nos contrées, mais ailleurs; car il est évident que les inversions de ce courant ne sauraient se concilier avec l'orientation à peu près permanente de l'aiguille aimantée.

» L'électrisation de la terre par le vent étant un fait désormais acquis, il n'y a qu'à chercher un régime de vents qui, par la portée et par la persistance de son action, soit en rapport avec l'allure générale des phénomènes qu'il s'agit d'expliquer. Or, parmi les régimes solidement et amplement établis à la surface du globe, il en est deux qui remplissent tout

---

(¹) *Loc. cit.*

(²) La plus longue de ces lignes mesure 106^{km}; la résistance de la partie aérienne de ce circuit est de 954 ohms. Le sol intervient dans toutes ces lignes.

à fait les conditions requises, savoir : les alizés et les moussons; on pourrait encore ajouter les vents constants du Grand Océan.

» Pour ce qui concerne les alizés, il est aisé de voir que la résultante des courants telluriques provenant de leur action doit être dirigée de l'est à l'ouest. C'est elle qui, sur l'Atlantique et sur une grande partie des continents qui le bordent, régit l'orientation nord-sud de l'aiguille. Sur nos contrées (en France et en Espagne), c'est l'action de l'alizé nord qui tend à prévaloir, d'où il suit que le pôle *boréal* de l'aiguille doit dévier vers l'*est*. Le siège des forces ici mises en jeu ne serait donc pas *au-dessus* de l'aiguille, ainsi que MM. Blavier, Balfour-Stewart et Schuster le pensent, mais bien *au-dessous*.

» Une variation de la direction ou de l'intensité des alizés, ou, en remontant aux causes, une variation de l'intensité des radiations du soleil, entraînerait forcément un changement correspondant de la direction de l'aiguille; c'est ainsi que s'expliquerait la concomitance des maxima des taches avec la recrudescence de l'activité magnétique.

» Si la cause que je viens de signaler était réellement la raison première des faits, on devrait s'attendre à la retrouver toujours et partout, malgré les perturbations locales qui peuvent plus ou moins la masquer, et parmi lesquelles *les vents régionaux, les orages, la proximité de circuits parcourus par des courants* sont celles dont on doit principalement tenir compte. »

M. **Ch. Brame** adresse une Note sur les ombres colorées par la lumière du jour isolée et affaiblie.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. LAGUERRE.

Discours de M. J. Bertrand,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» L'Académie des Sciences, en perdant l'un de ses Membres les plus éminents, a le regret de le voir disparaître au début, pour ainsi dire, de sa carrière académique.

» La maladie cruelle qui vient de briser tant d'espérances l'a tenu éloigné de nos travaux.

» Edmond Laguerre, passionné pour la Science, semblait indifférent au succès.

» Jamais il n'a négligé un devoir, jamais il n'a sollicité une faveur, jamais, dans sa modestie, il n'a voulu se faire son propre juge.

» L'artillerie était sa carrière. Il acceptait avec simplicité toutes les nécessités du service, toujours prompt à bien faire, toujours oublieux de se faire valoir ; — il a pris sa retraite jeune encore, sans avoir atteint les hauts grades où son mérite semblait l'appeler.

» Tel nous avons connu l'éminent géomètre.

» On recherchait, on admirait ses travaux ; on avait peine à les réunir : les recueils les plus répandus contiennent à peine le quart de son œuvre. Jamais Laguerre n'a publié un volume. Ses découvertes, communiquées à des sociétés de travail et d'étude, l'avaient placé au premier rang des géomètres français, avant que l'Académie des Sciences en eût entendu discuter et proclamer l'importance. La Section de Géométrie, elle-même, heureuse de lui rendre justice, avait fait, avec étonnement, j'ose le dire, l'inventaire de tant de richesses.

» Toutes les branches des Mathématiques lui devaient d'importants progrès ; aucune chaire publique, cependant, n'avait offert à ce penseur solitaire l'occasion de répandre, par la parole, les idées fécondes confiées au papier avec tant de sobriété et de réserve. Pour la première fois, en l'année 1885, Laguerre, âgé de 51 ans, s'est fait entendre au Collège de France : préparé à suivre toutes les voies, il a accepté la suppléance de la

Chaire de Physique mathématique. Il y a révélé, sans étonner personne, une érudition sagace et profonde.

» Le cours de Laguerre sur l'attraction des ellipsoïdes donnera, si on peut le publier, le résumé le plus lumineux et le plus savant de cette belle théorie, tant de fois rajeunie et toujours transformée, malgré son admirable perfection.

» Laguerre conservait toute la vigueur et l'activité de son esprit, mais les forces physiques commençaient à le trahir. Il luttait, en préparant ses leçons, contre les atteintes d'une fièvre continue ; il s'y résignait plutôt, car le mal était sans remède. — L'amitié, la haute estime de tous, et l'admiration des bons juges ont adouci la fin prématurée de sa carrière.

» Toujours supérieur à sa position, il a su imposer à l'opinion une justice quelquefois moins tardive, jamais plus complète et plus incontestée. »

M. **Halphen**, après avoir lu le discours de M. Bertrand, ajoute l'allocution suivante :

« L'École Polytechnique perd une de ses gloires. Pendant vingt-deux ans, Laguerre lui a prodigué son rare talent, son zèle infatigable. Il la représentait aux yeux de cette jeunesse, chaque année plus nombreuse, qui, dans un loyal concours, brigue, à force de travail, l'entrée de notre grande École. Devant ce public déjà très clairvoyant, l'École Polytechnique, placée si haut dans l'opinion, grandissait encore, représentée par Laguerre.

» Tous connaissaient sa science presque sans limite, comme aussi la loyauté, les scrupules qu'il apportait à ses jugements. Mais qui soupçonne seulement son extrême bienveillance, je dirai presque sa tendresse pour cette jeunesse d'élite ? Qui, sauf ses collègues, dont tant de fois il a su adoucir ou changer le verdict ?

» Cette grande douceur se dissimulait parfois sous des dehors austères, qui le faisaient redouter un peu, bien à tort.

» C'est là d'ailleurs un trait essentiel de sa physionomie morale : son cœur ne livrait pas facilement ses trésors.

» Les amis qui ont pu y pénétrer éprouvent à ce souvenir une ineffable tristesse.....

» Au nom de l'Académie des Sciences et de l'École Polytechnique, j'adresse à Edmond Laguerre un suprême adieu. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 aout 1886.

Traité théorique et pratique de la régulation et de la compensation des compas avec ou sans relèvements; par A. Collet. Paris, Challemel aîné, 1886; in-8°.

Contributions to canadian Palæontology, vol. I, J.-V. Whiteaves. Part I : *Report on the invertebrate of the Laramie and cretaceous rocks of the vicinity of the Bow and Belly rivers and adjacent localities in the North-West territory.* Dawson brothers, Montreal, 1885; in-8°.

Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehungen zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart; von H.-R. Goeppert *und* A. Menge. H. Conwentz, Danzig, 1886; in-4°.